

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-52366

(43)公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 2 F 1/1335

識別記号

5 2 0

F I

G 0 2 F 1/1335

5 2 0

5 0 5

B 3 2 B 9/00

G 0 2 B 5/08

B 3 2 B 9/00

G 0 2 B 5/08

5 0 5

A

A

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号

特願平9-209156

(22)出願日

平成9年(1997) 8月4日

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 福吉 健蔵

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 木村 幸弘

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(72)発明者 今吉 孝二

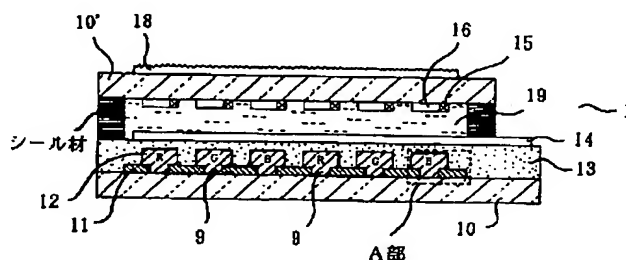
東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印刷株式会社内

(54)【発明の名称】 半透過型液晶表示装置

(57)【要約】

【課題】明るい場所では反射型として、また、暗い場所では透過型として使用可能な半透過型の液晶表示装置において、反射型の液晶表示装置として高い視認性を有し、かつ、暗室下でも透過型の液晶表示装置として色の視認性の高い半透過型の液晶表示装置を提供する。

【解決手段】少なくとも、透明電極を配設した観察者側基板と、基板上に光の反射膜とカラーフィルタとをこの順に積層形成した背面基板と、これら基板間に封止された液晶とからなる半透過型液晶表示装置において、前記反射膜が、接着層と銀系薄膜からなる多層構成であり、かつ、接着層を介して基板上に、全体が電氣的に接続したパターンとなるよう配設され、さらに、カラーフィルタの画素と対向する部位の一部に、光の透過のための開孔を有することを特徴とする半透過型液晶表示装置。



**【特許請求の範囲】**

【請求項 1】少なくとも、透明電極を配設した観察者側基板と、基板上に光の反射膜とカラーフィルタとをこの順に積層形成した背面基板と、これら基板間に封止された液晶とからなる半透過型液晶表示装置において、前記反射膜が、接着層と銀系薄膜からなる多層構成であり、かつ、接着層を介して基板上に、全体が電氣的に接続したパターンとなるよう配設され、さらに、カラーフィルタの画素と対向する部位の一部に、光の透過のための開孔を有することを特徴とする半透過型液晶表示装置。

【請求項 2】接着層が、金属薄膜あるいは金属酸化物薄膜の少なくとも一方より選択される接着層であることを特徴とする請求項 1 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 3】カラーフィルタと銀系薄膜との間に、金属酸化物薄膜を挿入したことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 4】接着層もしくは金属酸化物薄膜の少なくとも一方が、導電性金属酸化物に絶縁性酸化物を添加した混合酸化物であることを特徴とする請求項 1、2 または 3 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 5】接着層もしくは金属酸化物薄膜の少なくとも一方が、酸化インジウムを基材とし、これに酸化セリウムを添加した混合酸化物であることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 6】銀合金薄膜が、白金、パラジウム、金、銅あるいは、ニッケルのうちから 1 種以上選択された金属を添加した銀合金よりなることを特徴とする請求項 1、2、3、4 または 5 に記載の半透過型液晶表示装置。

【請求項 7】液晶が、偏光フィルムを必要としない液晶、もしくは、液晶のセル厚方向の光路長によって偏光状態が実質的に変わらない液晶であることを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 または 6 に記載の半透過型液晶表示装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、出力表示用の、あるいは、表示画面から直接に入力が可能な液晶表示装置に関し、特に、明るい場所では反射型として、逆に、暗い場所では透過型として使用可能な半透過型の液晶表示装置に係わる。

**【0002】**

【従来の技術】液晶表示装置は、一般に、電極が配設された一対の電極板と、これら電極板間に封入された液晶物質とでその主要部が構成されている。上記電極間に電圧を印加することにより液晶物質の配向状態を変化させてこの液晶物質を透過する光の偏光面を制御すると共に、偏光フィルムによりその透過、不透過を制御して画面表示を行うものである。

【0003】液晶表示装置は、バックライトとして光源（ランプ）を内蔵する透過型液晶表示装置が一般的であ

る。しかし、これら透過型液晶表示装置は、バックライト用ランプによる消費電力が大きく、電池駆動の場合は使用時間が短いため、本来液晶表示装置が有すべき携帯用としての特徴を活かしきれていないという問題があった。このため、近年、外光を利用する（すなわち、バックライト用ランプを内蔵しない）反射型の液晶表示装置の開発が活発となっている。

【0004】反射型液晶表示装置として、例えば図 3 の模式図に示すように、ガラス等の背面基板 30 の液晶 39 と対向する面側に、反射膜 31 および、カラーフィルタ 32 を順次積層した構造としたものが多く提案されている。なお、カラーフィルタ 32 は、例えば R（赤）、G（緑）、B（青）等に着色された光透過性の画素（以下、単に画素と記す）が、所定のパターンに従って複数形成されているものである。また、反射膜 31 は、前述した電極を兼ねた、反射電極として用いる場合もあるものである。

【0005】従来、図 3 に示す、背面基板 30 に形成する反射膜 31 として、アルミニウム薄膜が多く使用されていたものである。アルミニウムは、可視域の光の反射率が高い金属といえる。しかし、近年、液晶表示装置の表示品位の向上が要求されているものであり、アルミニウム薄膜の反射率は、必ずしも満足すべきものとはいえなくなっている。また、アルミニウムは、液晶やガラス基板と接した場合、さらに光反射率が低下するという問題もあったものである。

【0006】このため、反射膜の素材として銀を用いることが提案されているものである。銀は、アルミニウムと比較すると、光の反射率が優れているといえる（例えば、銀はアルミニウムと比較して光の反射率が、およそ 10% 程度優れる）。しかし、銀は、ガラスやプラスチックといった基板に対する密着力が低く、銀薄膜として基板上に形成した場合、基板より剥がれ易いといった欠点があるものである。また、純度の高い銀にて、基板上に銀薄膜を形成した場合、純度の高い銀薄膜は、熱や酸素の影響で凝集し易いものであり、熱処理を行った際、銀薄膜が白濁し、光反射率が低下しやすい欠点も有しているものである。

【0007】本発明者らは、上述した銀の欠点を補い、高反射率の銀を実用レベルで提供する技術を、特願平 7 - 8 8 7 9 8 号にて提案しているものである。この技術は、背面基板に形成する反射膜を、混合酸化物薄膜にて銀合金薄膜を挟持した 3 層構造とするものである。混合酸化物薄膜の一方は、基板との接着性を向上すべく基板上に形成する接着層となるものである。かかる構成とすることで、銀合金薄膜の表面が混合酸化物で覆われるため、銀合金薄膜が保護されるというメリットを有するものである。

**【0008】**

【発明が解決しようとする課題】反射型液晶表示装置の表示性能として、画面表示の際の「白」の明るさが最も

重要なポイントの一つとしてあげられる。「白」を明るくするためには、液晶の表示モードを、電圧を印加しないときに、表示装置に入射した光が液晶物質を透過し、透過光が反射膜31にて反射し表示画面が「白」に見える、いわゆるノーマリーホワイモードとし、かつ、光を反射する反射膜31を、鏡のように全面ベタ状に（すなわち、全て電氣的に繋がっている状態に）形成することが望ましい。このとき、観察者側基板30'の開口率を無視すれば、「白」の開口率は100%となるものである。

【0009】しかるに、上述した構造とした反射型液晶表示装置では、明るい場所における「白」の明るさを優先すべく「白」の開口率を高めた場合、暗い部屋内では、画面表示が見えなくなるという基本的な問題が生じるものである。

【0010】上述したように、本発明者らが提案した、接着層や金属酸化物薄膜と接触する構成とした銀薄膜ないし銀合金薄膜は、所定の形状とすべくパターン加工を行った際、銀にサイドエッチングが入りやすく、所望する形状かつ、高い精度にパターン形成が行えないという問題があるものである。さらに、本発明者らの提案による反射膜は、銀合金薄膜を、例えばストライプ状の電極とすべくパターンニングを行うものであり、電極パターン間の隙間がロスとなり反射する部位が減り、「白」の開口率は80~90%程度となり、「白」の明るさが劣っているものであった。

【0011】さらにまた、本発明者らの提案による技術では、カラーフィルタを上側の基板（観察者側に位置する基板）に配設していたため、カラーフィルタの大きさ（開口率）や液晶セルのギャップ（セル厚）によっては、入射光が反射光として戻るときに、異なった色の画素（カラーフィルタ）を通過することがあり、色同志が混色して暗くなることがあった。

【0012】本発明は、上記の問題点に鑑みなされたもので、その課題とするところは、明るい場所では反射型として、また、暗い場所では透過型として使用可能な半透過型の液晶表示装置において、反射型の液晶表示装置として高い視認性を有し、かつ、暗室下でも透過型の液晶表示装置として色の視認性の高い半透過型の液晶表示装置を提供することにある。

#### 【0013】

【課題を解決するための手段】半透過型の液晶表示装置においては、背面基板に形成する反射膜の膜厚を薄くすることにより、背面基板の裏面に光源を配した半透過型の液晶表示装置として使用することが可能となる。しかし、この場合、反射膜の膜厚が薄いため、画素の形成されていない部位（非開口部）では、背面基板裏面からの光が反射膜で遮光されずに透過してしまうものである。これがため、暗い部屋内で、液晶表示装置を使用すると、非開口部からの透過光が目立ち、液晶表示装置の表示品位が低下してしまうものである。

【0014】このため、本発明者らは、半透過型の液晶表示装置とする場合、非開口部の透過光を無くし、かつ、少しでも色純度を確保するため、反射膜の膜厚を厚くするとともに、各画素の中央部領域に相対した反射膜部位に開孔を設けることを提案するものである。

【0015】また、本発明の液晶表示装置を反射型として用いる場合、反射膜の光反射率を向上し表示画面を明るく視認性を上げるため、反射膜に光の反射率が優れた銀を用いるものである。また、反射膜の光反射率をあげるため、反射膜は鏡のように全面ベタ状（全て電氣的に繋がった状態）とするものである。さらに、前述したように、銀は、ガラスやプラスチックといった基板に対する密着力が低く、銀薄膜として基板上に形成した場合、基板より剥がれ易いといった欠点があるが、この欠点を解決するため、反射膜を接着層と銀系薄膜とで構成し、接着層を介して背面基板に銀系薄膜を形成することを提案するものである。

【0016】すなわち、請求項1に係わる発明は、少なくとも、透明電極を配設した観察者側基板と、基板上に光の反射膜とカラーフィルタとをこの順に積層形成した背面基板と、これら基板間に封止された液晶とからなる半透過型液晶表示装置において、前記反射膜が、接着層と銀系薄膜からなる多層構成であり、かつ、接着層を介して基板上に、全体が電氣的に接続したパターンとなるよう配設され、さらに、カラーフィルタの画素と対向する部位の一部に、光の透過のための開孔を有することを特徴とする半透過型液晶表示装置とするものである。

【0017】また、接着層は、基板への密着性のある、金属薄膜、あるいは、金属酸化物薄膜を用い、あらかじめ基板上に形成することを提案するものである。すなわち、請求項2に係わる発明は、接着層が、金属薄膜あるいは金属酸化物薄膜の少なくとも一方より選択される接着層であることを特徴とするものである。

【0018】接着層は、アルミニウムやアルミニウム合金、ニッケル・クロム合金、マグネシウム合金、あるいはチタン等の高融点金属や、これらの合金等の金属薄膜で形成しても良い。また、接着層は、金属窒化物で形成しても良いといえるが、酸化インジウム、酸化スズ、酸化アルミニウム、酸化亜鉛、酸化チタン等の金属酸化物、あるいは、これらを混合した混合酸化物の薄膜で形成することが簡便で望ましいといえる。

【0019】また、一般に、銀薄膜ないし銀合金薄膜は、表面に銀の硫化物を形成して変色しやすいものであり、また、柔らかく傷つきやすいという欠点を有している。これを防止するため、銀合金薄膜上に、透明な金属酸化物を形成することが望ましい。すなわち、請求項3に係わる発明は、カラーフィルタと銀系薄膜との間に、金属酸化物薄膜を挿入したことを特徴とするものである。

【0020】上述したように本発明においては、反射膜

の、カラーフィルタの画素と対向する部位（例えば、中央部）に、円形や四角形の開孔を形成するものである。開孔の形成手段として、ドライエッチング法を用いても構わないが、コストや生産性を考慮すると、エッチング液を用いたウェットエッチング法にて加工することが好ましい。また、多層（2層ないし3層）構成の反射膜のエッチングは、エッチング液を変えて、選択的に各層に各々エッチングを行っていても良いが、1種類のエッチング液を用い、1回のエッチングで全ての層にエッチングを行うことがコストや生産性の点で好ましい。

【0021】そのため、反射膜へのエッチングを1回のエッチングで済ますべく、本発明者らは鋭意検討を行ったものである。その結果、本発明者らは、接着層もしくは金属酸化物薄膜の少なくとも一方を、酸化インジウムや酸化亜鉛、酸化スズ等の導電性酸化物に、酸化セリウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化タンタル等の絶縁性酸化物を添加した混合酸化物とすることが良いことを見いだした。

【0022】すなわち、請求項4に係わる発明は、接着層もしくは金属酸化物薄膜の少なくとも一方が、導電性金属酸化物に絶縁性酸化物を添加した混合酸化物であることを特徴とする。

【0023】上記の酸化物のうち、酸化亜鉛と酸化チタンはアルカリに溶けやすく、また、酸化スズを混合酸化物中に多く添加すると、エッチング液（多くの場合酸性である）に溶けにくくなるため、混合酸化物の基材としては、あまり相応しいはいえない。同様に、酸化ジルコニウム、酸化ニオブ、酸化タンタルも、その量を多くすると、酸性の液（エッチング液）に溶解しにくい混合酸化物となる。これらの検討結果から、接着層の主たる基材を酸化インジウムとし、第2の添加材として酸化セリウムがより好ましいことを、本発明者らは見いだした。

【0024】従って、請求項5に係わる発明は、接着層もしくは金属酸化物薄膜の少なくとも一方が、酸化インジウムを基材とし、これに酸化セリウムを添加した混合酸化物であることを特徴とする。なお、酸化スズ、酸化チタン等他の金属酸化物は、少量であれば、接着層もしくは金属酸化物薄膜物に添加しても構わない。

【0025】前述したように、銀は、熱や酸素等の影響により、凝集、移動しやすい金属である。このため、接着層と銀系薄膜からなる2層構成とした場合でも、200℃以上の高温とする熱処理により、接着層とする、基板との密着性の良い上記金属酸化物の上で、銀系薄膜は凝集、白濁し光反射率が低下しやすい。また、金属酸化物薄膜で銀系薄膜を挟持する3層構成では金属酸化物薄膜に粒界があり、水分やアルカリ金属元素が存在すると、金属酸化物の粒界や表面を銀が移動しやすく、反射膜の信頼性低下の原因となるものである。

【0026】銀の移動を抑制するには、銀に異種金属を添加することが効果的な手段といえる。しかし、異種金

属の添加は、銀の光学特性（特に、光反射率）を低下させやすいものである。そのため、本発明者らは鋭意検討を行い、また種々のテストを行ったものである。その結果、銀に添加しても光学特性に影響を与えにくく、かつ、銀系薄膜の信頼性を向上せしむる金属元素として、銀以外の白金、パラジウム、金等の貴金属や、銅、ニッケルが好適であることを見いだした。これら仕事関数の高い（電子を放出しにくい）金属の銀への添加が、金属酸化物と銀とが接触する構成の反射膜の信頼性向上に効果があることを、本発明者らは経験的に見いだしたものである。

【0027】すなわち請求項6に係わる発明は、銀合金薄膜が、白金、パラジウム、金、銅あるいは、ニッケルのうちから1種以上選択された金属を添加した銀合金よりなることを特徴とする。

【0028】本発明の半透過型液晶表示装置においては、表示を反射光で見える場合、表示装置への入射光（外光）は、液晶を一旦通過した後反射膜に当たり、反転して再度液晶を通過し、観察者の目に入る形となる。すなわち、半透過型液晶表示装置を反射型として使用する場合、入射光（外光）は液晶を2回通過することになる。一方、背面基板裏面にバックライト用のランプを置き、背面基板を透過したバックライト光で表示を見る場合、バックライト光は背面基板の開孔部を透過した後、液晶を1回通過しただけで観察者の目に入るものである。

【0029】従って、通常のTN型やSTN型の液晶では、液晶のねじりの量が、反射と透過で変わるために、位相板や偏光板を変えて最適化しなければならない。このため、例えば液晶のねじりの量を調整する旋光補償機構（例えば、高分子液晶等を用いた偏光板）が別途必要になる等、表示装置の構造が極めて複雑となるものである。

【0030】請求項7に係わる発明は、これを解決すべくなされたものである。すなわち、液晶が、偏光フィルムを必要としない液晶であるか、もしくは、液晶のセル厚方向の光路長によって偏光状態が実質的に変わらない液晶であることを特徴とする。

【0031】液晶の厚みによって液晶表示への影響を与えにくい液晶として、垂直や水平配向の液晶（一般に、VAまたはIPSと称される液晶）等があげられ、本発明の半透過型の液晶表示装置には、こうした垂直や水平配向の液晶を用いることが望ましい。また、ゲストホスト、高分子分散型液晶は、偏光フィルムを必要としない液晶であり、光路長によって実質的に液晶表示に影響しない。本発明はこれらの液晶を用いることができる。

【0032】本発明に用いるカラーフィルタの各画素の色は、赤（R）、緑（G）、青（B）とすることが好ましいが、黄（Y）、マゼンタ（M）、シアン（C）とした補色タイプであっても構わない。本発明では、カラーフィルタの各画素間には反射膜が形成されるので、透過

型液晶表示装置に用いられるカラーフィルタに通常形成される遮光パターン（例えば、ブラックマトリクスパターン）は不要となる。また、カラーフィルタ上のオーバーコート層（保護層）は特に必要としないが、カラーフィルタ表面の凹凸に起因する配向不良を防ぐ意味においては、オーバーコート層を形成したほうが好ましいといえる。また、透明電極を形成する場合も、オーバーコート層上に透明電極を形成することが望ましい。なお、IPSと呼ばれる横電界方式の液晶駆動方式では、透明電極は不要となるものである。

【0033】なお、本発明の半透過型液晶表示装置には、偏光板、位相差板、 $\lambda/4$ 波長板、旋光補償フィルム、マイクロレンズ、光の散乱膜、回折格子、反射防止膜、アンチグレアフィルム、ホログラム等の光機能フィルムを形成しても構わない。

【0034】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施形態の例を詳細に説明する。

<実施例>本実施例に係わる半透過型液晶表示装置1は、図1に示すように、ガラス基板10上に順次積層された、金属酸化物薄膜で銀系薄膜を挟持する3層構成の反射膜11、R（赤）、G（緑）、B（青）3色のカラーフィルタ12、オーバーコート層を兼用する光の散乱膜13、透明電極14、黒色染料により着色されたゲストホスト液晶19、TFT（薄膜トランジスタ）15により駆動される透明電極16、反射防止膜を積層したAG（アンチグレア）フィルム18により構成される。

【0035】また、本実施例に係わる半透過型液晶表示装置1においては、カラーフィルタ12の各画素の中心と対向する反射膜11部位に開孔9を形成している。図1のA部（点線部）を拡大した図が図2であり、反射膜11と開孔9を拡大して示している。

【0036】図2に示すように、コーニング社製「1737材」であるガラス基板10上に形成した反射膜11は、金属酸化物薄膜で銀系薄膜を挟持する3層構成となっている。反射膜11は、酸化インジウム、酸化セリウム、酸化スズ、酸化チタンの混合酸化物による接着層23、銀合金による銀系薄膜24（膜厚 130nm）、および、酸化インジウム、酸化セリウム、酸化スズ、酸化チタンの混合酸化物による金属酸化物薄膜25で構成されている。また、本実施例では、円形とした開孔9の面積は、各画素（図2では、B（青））の約6%としたものである。さらにまた、本実施例では、開孔9の形成を含め、反射膜11を所定の形状にするべくパターン加工を行う際、70重量%の硫酸液に0.5重量%の硝酸を混合した混酸をエッチング液として使用するフォトリソ法を用いたものであり、このエッチング液を用いたことでエッチング精度はおおよそ $\pm 1 \mu\text{m}$ となり、開孔9を形状良くエッチング形成できたものである。

【0037】本実施例で用いた、銀合金は、銀に、金、

銅、白金を添加したものであり、その組成は、銀97.5at%（原子パーセント）、金1at%（原子パーセント）、銅1at%（原子パーセント）、白金0.5at%（原子パーセント）とした。また、接着層23および金属酸化物薄膜25を構成する混合酸化物は、金属元素のみの換算（酸素元素はノーカウントとする）で、インジウム76.5at%（原子パーセント）、セリウム20at%（原子パーセント）、スズ3at%（原子パーセント）、チタン0.5at%（原子パーセント）の組成とした。

【0038】本実施例の反射膜11を有する液晶表示装置の光反射率は約16%であり、明るい部屋内における表示の視認性は良好であった。また、暗い部屋内でも、ガラス基板10の裏面に3波長型蛍光ランプを配設することにより、表示内容を明瞭に識別できた。

【0039】<比較例>以下、図3を用い、比較例を示す。本比較例では、反射膜31を膜厚 130nmのアルミニウム膜とし、さらに、反射膜31に開孔を設けなかった以外は、上記の実施例と同じ構成とした表示装置としたものである。暗い部屋内で、ガラス基板30の裏面に配設した3波長型蛍光ランプより光照射を行ったが、表示内容は読み取ることが出来なかった。また、本比較例の反射膜31を有する液晶表示装置としての光反射率は約15%となり、開孔を形成していないにもかかわらず、上記実施例の反射膜11と差は見られなかった。

【0040】以上、TFT（薄膜トランジスタ）を用いた半透過型液晶表示装置の例を示したが、単純マトリクス方式（X-Y方向のストライプパターンの透明電極で駆動する方式）の液晶表示装置に本発明を用いれば、TFT配線の分の開孔率が稼げるため、より広い開孔率がとれ、生産コストの低い液晶表示装置とすることができると。

【0041】本発明に用いた反射膜の構成では、銀系薄膜の上にオーバーコート層を介して間接的に透明電極を配設するものである。かかる構成とすると、オーバーコート層の微小欠陥部を通して、銀系薄膜と透明電極とが電氣的に短絡（ショート）することがありうる。しかし、本発明では、銀系薄膜の上に形成する混合酸化物薄膜中の酸化セリウムの濃度を上げ、混合酸化物薄膜の導電性を低下させることで、この問題を解消できるというメリットがあるといえる。

【0042】

【発明の効果】本発明により、使用場所の明暗に係わらず使用可能な、すなわち、明るい部屋や屋外、暗い部屋や屋内、または夜においても使用可能な、半透過型液晶表示装置を提供することが可能となる。

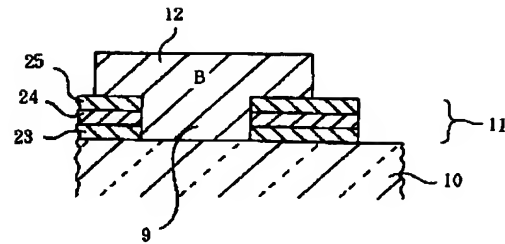
【0043】さらに、本発明では、反射膜をカラーフィルタの下に形成することにより、前述した（発明が解決しようとする課題）の項で記した混色の問題を解決したものであり、明るい表示が可能となるものである。また、反射膜に所望する開孔を形成する等、反射膜を所定

# 液晶表示装置

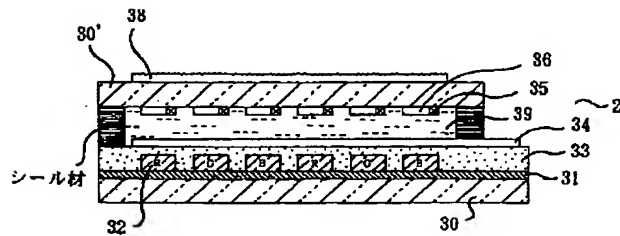
25

## 酸化物薄膜

【図 2】



【図 3】



3 2 0

(19) Japan Patent Office (JP)

(12) Publication of Patent Application (A)

(11) Publication Number of Patent Application: JP-A-11-52366

(43) Date of Publication of Application: February 26, 1999

(51) Int. Cl.<sup>6</sup> :

G 02 F 1/1335

B 32 B 9/00

G 02 B 5/08

G 09 9/35

Identification Number: 520

505

320

FI:

G 02 F 1/1335 520

505

B 32 B 9/00 A

G 02 B 5/08 A

G 09 F 9/35

Request for Examination: not made

Number of Claims: 7 (6 pages in total)

(21) Application Number Hei-9-209156

(22) Application Date: August 4, 1997

(71) Applicant: 000003193

Toppan Printing Co., Ltd.

1-5-1, Daito, Daito-ku, Tokyo

(72) Inventors: FUKUYOSHI Kenzo, KIMURA Yukihiro,

IMAYOSHI Koji

c/o Toppan Printing Co., Ltd.

1-5-1, Taito, Taito-ku, Tokyo

(74) Agent: Patent Attorney, KATORI Takao (other 1)

(54) [Title of the Invention]

SEMI-TRANSPARENT LIQUID CRYSTAL DISPLAY DEVICE

(57) [Abstract]

[Problem] To provide a semi-transmission liquid crystal display device, used as a reflection type in a light place and used as a transmission type in a dark place, which may have high visibility as a reflection type liquid crystal display device and have high color visibility as a transmission type liquid crystal display device even in a dark room.

[Means for Resolution] This semi-transmission liquid crystal display device at least includes: an observer side substrate where a transparent electrode is disposed; a back substrate formed by stacking a light reflection film and a color filter in order on the substrate; and liquid crystal sealed between these substrates. In the semi-transmission liquid crystal



device, the reflection film is of a multi-layer structure composed of an adhesive layer and a silver based thin film, disposed on the substrate through the adhesive layer to form an electrically connected pattern as the whole, and provided with an aperture for transmitting light in a part of a region opposite to a pixel of the color filter.

[Claims]

[Claim 1] A semi-transmission liquid crystal display device, at least comprising: an observer side substrate where a transparent electrode is disposed; a back substrate formed by staking a light reflection film and a color filter in order on the substrate; and liquid crystal sealed between these substrates, wherein the reflection film is of a multi-layer structure composed of an adhesive layer and a silver based thin film, disposed through the adhesive layer on the substrate to form an electrically connected pattern as a whole, and provided with an aperture for transmitting light in a part of a region opposite to a pixel of the color filter.

[Claim 2] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1, wherein the adhesive layer is an adhesive layer selected from at least one of a metallic thin film and a metal oxide thin film.

[Claim 3] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1 or claim 2, wherein a metal oxide thin

film is inserted between the color filter and the silver based thin film.

[Claim 4] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1, 2 or 3, wherein at least one of the adhesive layer and the metal oxide thin film is mixed oxide obtained by adding insulating oxide to a conductive metal oxide.

[Claim 5] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1, 2, 3 or 4, wherein at least one of the adhesive layer and the metal oxide thin film is mixed oxide obtained by taking indium oxide as a base material and adding cerium oxide thereto.

[Claim 6] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1, 2, 3, 4, or 5, wherein a silver alloy thin film is formed of a silver alloy to which one or more kinds of metals selected from platinum, palladium, gold, copper and nickel are added.

[Claim 7] The semi-transmission liquid crystal display device according to claim 1, 2, 3, 4, 5 or 6, wherein the liquid crystal is liquid crystal not requiring a polarization film, or liquid crystal substantially not changing in the polarization state depending on the optical path length in the direction of cell thickness of the liquid crystal.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field to which the Invention Belongs]

This invention relates to a liquid crystal display device for output display or enabling direct input from a display screen and particularly to the semi-transmission type liquid crystal display device, which may be used as a reflection type in a light place and on the contrary used as a transmission type in a dark place.

[0002]

[Prior Art]

Generally, the principal part of the liquid crystal display device is composed of a pair of electrode plates where an electrode is disposed and liquid crystal material sealed between the electrode plates. The orientation state of the liquid crystal material is varied by applying voltage between the electrodes, the plane of polarization of light transmitted through the liquid crystal material is controlled, and the transmission and non-transmission is controlled by a polarization film to make a screen display.

[0003]

The liquid crystal display device is generally a transmission type liquid crystal display device incorporating a light source (a lamp) as a backlight. The transmission type liquid crystal display device has the problem that since the power consumption of a lamp for a back light is large and in the case of battery drive, the operating time is short, the characteristics of the portable type, which the liquid crystal

display device primarily should have, can't be utilized enough. Therefore, in recent years, the reflection-type liquid crystal display device using external light (that is, not incorporating a lamp for a back light) is being actively developed.

[0004]

As the reflection-type liquid crystal display device, for example, as shown in a typical diagram of Fig. 3, the structure in which a reflection film 31 and a color filter 32 are sequentially stacked on the surface of a back substrate 30 made of glass or the like that is opposite to liquid crystal 39 has been proposed in most cases. The color filter 32 is so constructed that a plurality of light transmittance pixels colored R (red), G (green) and B (blue), for example, (hereinafter referred to as pixel simply) are formed according to a designated pattern. The reflection film 31 is sometimes used as a reflector also serving as the above electrode.

[0005]

As the reflection film 31 formed on the back substrate 30 shown in Fig. 3, an aluminum thin film has been mostly used. It is said that aluminum is metal having high reflectance of light in a visible region. Lately, however, the improvement in display grade of a liquid crystal display device has been requested, and the reflectance of an aluminum thin film has not been always satisfactory. Aluminum has the problem that when it comes into contact with liquid crystal or a glass

substrate, the light reflectance is further lowered.

[0006]

Therefore, it has been proposed to use silver as raw material of the reflection film. Silver is superior in light reflectance as compared with aluminum (e.g. silver is superior in light reflectance to aluminum by about 10%). Silver, however, has the disadvantage that since it has low adhesion strength to a substrate made of glass or plastic, when silver is formed as a silver thin film on the substrate, it is liable to separate from the substrate. Further, silver has the disadvantage that in the case of forming a silver thin film on the substrate with silver having high purity, the silver thin film having high purity is liable to flocculate due to the influence of heat and oxygen, so at the time of heat treatment, the silver thin film becomes slightly opaque to easily lower the light reflectance.

[0007]

The inventors of the invention have proposed technology for compensating for the disadvantage of the above silver to provide silver with high reflectance in practical level in JP-A-7-88798. According to this technology, a reflection film formed on a back substrate has a three-layer structure in which a silver alloy thin film is held between mixed oxide thin films. One mixed oxide thin film is an adhesive layer formed on the substrate to improve the adhesive property to the substrate.

In this configuration, the surface of the silver alloy thin film is covered with mixed oxide, so it has the merit that the silver alloy thin film is protected.

[0008]

[Problems that the Invention is to Solve]

As display performance of a reflection type liquid crystal display device, the brightness of "white" of a screen display is cited as one of most significant points. In order to brighten "white", a display mode of liquid crystal is set to the so-called normally white mode, in which when voltage is not applied, light entering the display device transmits the liquid crystal material, and transmitted light is reflected on the reflection film 31 so that the display screen is seen "white", and also it is desirable that the reflection film 31 for reflecting light is formed overall solid like a mirror (that is, all in the electrically connected state). In that case, when the aperture ratio of the observer side substrate 30' is ignored, the aperture ratio of "white" is 100%.

[0009]

In the thus constructed reflection type liquid crystal display device, however, when the aperture ratio of "white" is heightened to take priority over the brightness of "white" in a light place, encountered is the basic problem that the screen display is not seen in a dark room.

[0010]

As described above, the silver thin film or the silver alloy thin film coming into contact with the adhesive layer and the metal oxide thin film, which has been proposed by the inventors of this invention, has the problem that at the time of patterning to be shaped as designated, silver is easily subjected to side etching, so that pattern formation is not performed in a desired shape and with high accuracy. Further, the reflection film proposed by the inventors is obtained by patterning the silver alloy thin film into a stripe electrode, a gap between the electrode patterns becomes a loss to decrease the reflection region so that the aperture ratio of "white" is about 80 to 90%. Thus, the brightness of "white" is deteriorated.

[0011]

According to the technology proposed by the inventors, since the color filter is disposed on the upper substrate (the substrate located on the observer side), with a certain size (aperture ratio) of the color filter or with some gap (cell thickness) of a liquid crystal cell, when incident light returns as reflected light, it passes through a pixel (color filter) of a different color so that colors are mixed to be dark.

[0012]

The invention has been made in the light of the problems, and it is an object of the invention to provide a semi-

transmission liquid crystal display device, used as a reflection type in a light place and used as a transmission type in a dark place, which may have high visibility as a reflection type liquid crystal display device and have high color visibility as a transmission type liquid crystal display device even in a dark room.

[0013]

[Means for Solving the Problems]

In the semi-transmission liquid crystal display device, the film thickness of a reflection film formed on a back substrate is made small to be used as a semi-transmission liquid crystal display device having a light source disposed on the back of the back substrate. In this case, however, since the film thickness of the reflection film is small, in a region having no pixel (a non-aperture part), light from the back of the back substrate is not shielded by the reflection film, but transmitted. Consequently, when the liquid crystal display device is used in a dark room, transmitted light from the non-aperture part is remarkable so that the display grade of the liquid crystal display device is lowered.

[0014]

Therefore, the inventors has proposed that in the case of the semi-transmission liquid crystal display device, the transmitted light of the non-aperture part is eliminated, and in order to secure color purity even in a measure, it is proposed



to make larger the film thickness of the reflection film and provide an aperture in a region of the reflection film confronting the central area of each pixel.

[0015]

In the case of using the liquid crystal display device of the invention as a reflection type, in order to improve the light reflectance of the reflection film to make a display screen bright and heighten the visibility, silver having excellent light reflectance is used for the reflection film. Further, in order to heighten the light reflectance of the reflection film, the reflection film is formed overall solid (all in the electrically connected state) like a mirror. Although silver has lower adhesion strength to a substrate made of glass or plastic as described above so that when it is formed as a silver thin film on the substrate, it is liable to separate from the substrate, in order to overcome such disadvantage, it is proposed that the reflection film is composed of an adhesive layer and a silver based thin film, and the silver based thin film is formed on the back substrate through the adhesive layer.

[0016]

That is, the invention related to claim 1 is a semi-transmission liquid crystal display device, at least including: an observer side substrate where a transparent electrode is disposed; a back substrate formed by staking a

light reflection film and a color filter in order on the substrate; and liquid crystal sealed between these substrates, and characterized in that the reflection film is of a multi-layer structure composed of an adhesive layer and a silver based thin film, and disposed through the adhesive layer on the substrate to form an electrically connected pattern as a whole and a part of a region of the reflection film opposite to a pixel of the color filter is provided with an aperture for transmitting light.

[0017]

It is proposed that a metal thin film or a metal oxide thin film having adhesive property to the substrate is used as the adhesive layer, and previously formed on the substrate. That is, the invention related to claim 2 is characterized in that the adhesive layer is an adhesive layer selected from at least one of the metal thin film and the metal oxide thin film.

[0018]

The adhesive layer may be formed by a metal thin film made of high melting-point metal such as aluminum, aluminum alloy, alloy of nickel and chrome, magnesium alloy or titanium or alloys thereof. Although the adhesive layer may be formed of metal nitride, it is simple and desirable that the adhesive layer is formed by a thin film made of metal oxide such as indium oxide, tin oxide, aluminum oxide, zinc oxide, or titanium oxide or mixed oxide obtained by mixing the above.

[0019]

Generally the silver thin film or the silver alloy thin film has the disadvantage that it forms sulfide of silver on the surface to easily cause discoloration, and it is soft to be easily damaged. In order to overcome the disadvantage, it is desirable to form a transparent metal oxide on the silver alloy thin film. That is, the invention related to claim 3 is characterized in that a metal oxide thin film is inserted between the color filter and the silver based thin film.

[0020]

According to the invention, as described above, a circular or quadrilateral aperture is formed in a region of the reflection film opposite to a pixel of the color filter (e.g. the central area). Although a dry etching method may be adopted as an aperture forming means, when the cost and productivity are taken into consideration, it is preferable to process with a wet etching method using etchant. As to etching for the reflection film of multi-layer (two-layer or three-layer) structure, although etchant may be varied to selectively perform etching for the layers, respectively, it is preferable in respect of cost and productivity that all layers are etched by one time etching.

[0021]

Therefore, the inventors have earnestly examined in order to etch the reflection film by one time etching. As a

result, they have found that it is better that at least one of the adhesive layer and the metal oxide thin film is a mixed oxide obtained by adding insulating oxide such as cerium oxide, titanium oxide, zirconium oxide, niobium oxide or tantalum oxide to a conductive oxide such as indium oxide, zinc oxide or tin oxide.

[0022]

That is, the invention related to claim 4 is characterized in that at least one of the adhesive layer and the metal oxide thin film is mixed oxide obtained by adding insulating oxide to a conductive metal oxide.

[0023]

Among the above oxides, the zinc oxide and titanium oxide easily dissolve in alkali, and when tin oxide is added much to mixed oxide, it is hard to dissolve in etchant (acid in many cases), so they are not suitable for base material of the mixed oxide. Similarly, as to zirconium oxide, niobium oxide, and tantalum oxide, when the quantity thereof is too much, they become mixed oxide hard to dissolve in acid liquid (etchant). From these results of examination, the inventors have found that it is more preferable to take indium oxide as the main base material of the adhesive layer and take cerium oxide as a second additive material.

[0024]

Accordingly, the invention related to claim 5 is

characterized in that at least one of the adhesive layer and the metal oxide thin film is mixed oxide obtained by taking indium oxide as a base material and adding cerium oxide thereto. As for the other metal oxides such as tin oxide and titanium oxide, a small quantity may be added to the adhesive layer or the metal oxide thin film material.

[0025]

As described above, silver is liable to flocculate and migrate due to the influence of heat, oxygen and so on. Therefore, in the case of two-layer structure of the adhesive layer and the silver based thin film, the silver based thin film is liable to flocculate and become slightly opaque to lower the light reflectance on the metal oxide which is made into the adhesive layer by heat treatment at high temperature of 200°C or higher and has good adhesiveness to the substrate. Further, in the case of three-layer structure in which the silver based thin film is held between the metal oxide thin films, the metal oxide thin film has a grain boundary so that when moisture or alkali metal element exists, silver easily moves on the grain boundary or the surface of the metal oxide, resulting in lowering the reliability of the reflection film.

[0026]

In order to restrain migration of silver, it is effective means to add dissimilar metal to silver. Addition of dissimilar metal will easily lower the optical characteristic

of silver (especially light reflectance). Therefore, the inventors have earnestly examined and made various tests. As a result, it is found that addition of silver will hardly exert any influence on the optical characteristic, and as metal element for improving the reliability of silver based thin film, precious metals other than silver such as platinum, palladium and gold, copper and nickel except silver are preferable. The inventors have experimentally found that addition of metal having high work function (hard to emit electrons) to silver is effective for improving the reliability of the reflection film in which the metal oxide and the silver come into contact with each other.

[0027]

The invention related to claim 6 is characterized in that a silver alloy thin film is formed of a silver alloy to which one or more kinds of metals selected from platinum, palladium, gold, copper and nickel are added.

[0028]

In the semi-transmission liquid crystal display device, when the display is seen with reflected light, incident light (external light) to the display device once passes through the liquid crystal, then strikes the reflection film and is reversed to again pass through the liquid crystal and enter the eyes of the observer. That is, in the case of using the semi-transmission liquid crystal display device as a

reflection type, incident light (external light) passes the liquid crystal twice. On the other hand, in the case of placing a lamp for a back light on the back of a back substrate and seeing the display with light of the back light transmitted through the back substrate, the light of the back light is transmitted through the aperture part of the back substrate, and then enters the eyes of the observer through the liquid crystal only once.

[0029]

Accordingly, in the ordinary TN type and STN type liquid crystal, the twist amount of liquid crystal varies between reflection and transmission, so it is necessary to optimize the twist amount by varying a phase plate and a sheet polarizer. Therefore, a rotatory polarization compensating mechanism for adjusting the twist amount of liquid crystal (e.g. a sheet polarizer using high polymer liquid crystal or the like) is needed separately so that the structure of the display device becomes very complicated.

[0030]

The invention related to claim 7 has been made to solve the problem. That is, it is characterized in that the liquid crystal is liquid crystal not requiring a polarization film, or liquid crystal substantially not changing in the polarization state depending on the optical path length in the direction of cell thickness of the liquid crystal.

[0031]

As liquid crystal hardly exerting influence on the liquid crystal display depending on the thickness of liquid crystal, cited is vertically or horizontally oriented liquid crystal (generally liquid crystal called VA or IPS), and it is desirable to use the vertically or horizontally orientated liquid crystal for the semi-transmission liquid crystal display device of the invention. Guest-host, macromolecular dispersion type liquid crystal is liquid crystal not requiring a polarization film, which will not substantially exert any influence upon the liquid crystal display depending on the optical path length. The invention can use the liquid crystal.

[0032]

Although the colors of the respective pixels of the color filter used in the invention are preferably red (R), green (G), and blue (B), complementary color types of yellow (Y), Magenta (M) and Cyan (C) may be used. According to the invention, the reflection film is formed between the respective pixels of the color filter, whereby a shielding pattern (e.g. a black matrix pattern) normally formed in the color filter used in the transmission type liquid crystal display device is not needed. Although an overcoat layer (a protective layer) on the color filter is not especially needed, it is preferable to form an overcoat layer in a sense of preventing orientation failure due to the uneven surface of the color filter. Also in the



case of forming a transparent electrode, it is desirable to form the transparent electrode on the overcoat layer. In the transverse field type liquid crystal driving system called IPS, the transparent electrode is not needed.

[0033]

In the semi-transmission liquid crystal display device of the invention, a sheet polarizer, a phase difference plate, a  $\lambda/4$  wavelength plate, a rotatory polarization compensating film, a microlens, a scattering film of light, a diffraction grating, and optical functional films such as an antireflection film, an antiglare film, and hologram may be formed.

[0034]

[Mode for Carrying Out the Invention]

The embodiment of the invention will now be described in detail.

<Embodiment>

A semi-transmission liquid crystal display device 1 according to the present embodiment is, as shown in Fig. 1, constructed by a reflection film 11 of a three-layer structure, in which a silver based thin film is held between metal oxide thin films, color filters 12 of three colors, R (red), G (green) and B (blue), a scattering film 13 of light also serving as an overcoat, a transparent electrode 14, a guest-host liquid crystal 19 colored with black dye, a transparent electrode 16 driven by TFT (thin film transistor) 15, and AG (antiglare)

film 18 on which an antireflection film is stacked, which are sequentially stacked on a glass substrate 10.

[0035]

Further, in the semi-transmission liquid crystal display device 1 according to the present embodiment, an aperture 9 is formed in a region of the reflection film 11 opposite to the center of each pixel of the color filter 12. Fig. 2 is an enlarged view of a part A (a dotted line part) of Fig. 1, which shows the reflection film 11 and the aperture 9 to an enlarged scale.

[0036]

As shown in Fig. 2, the reflection film 11 formed on the glass substrate 10 made of "1737 material" manufactured by CONING Corporation has a three-layer structure in which the silver based thin film is held between the metal oxide thin films. The reflection film 11 is composed of the adhesive layer 23 made of mixed oxide of indium oxide, cerium oxide, tin oxide, and titanium oxide, a silver based thin film 24 (film thickness: 130 nm) of silver alloy, and a metal oxide thin film 25 made of mixed oxide of indium oxide, cerium oxide, tin oxide and titanium oxide. According to the present embodiment, the area of a circular aperture 9 is set about 6% of each pixel (B (blue) in Fig. 2). Further, according to the present embodiment, in patterning to form the reflection film 11 in a designated shape, including formation of the aperture 9, used is photolithography

using mixed acid obtained by mixing 70 wt% sulfuric acid liquid with 0.5 wt% nitric acid as etchant. This etchant is used, whereby the etching accuracy is about  $\pm 1 \text{ m}$ , and the aperture 9 can be formed to have a good shape by etching.

[0037]

The silver alloy used in the present embodiment is obtained by adding gold, copper and platinum to silver, and the composition is 97.5 at% (atom percent) silver, 1 at% (atom percent) gold, 1 at% (atom percent) copper, and 0.5 at% (atom percent) platinum. The mixed oxide constituting the adhesive layer 23 and the metal oxide thin film 25 has composition of 76.5 at% (atom percent) indium, 20 at% (atom percent) cerium, 3 at% (atom percent) tin, and 0.5 at% (atom percent) titanium at the conversion of only metal elements (oxygen element is not counted).

[0038]

The light reflectance of the liquid crystal display device having the reflection film 11 of the present embodiment is about 16%, and the visibility of display in a light room is favorable. Even in a dark room, the display contents can be clearly discriminated by disposing a 3-wavelength fluorescent lamp on the back of the glass substrate 10.

[0039]

<Comparative Example>

A comparative example will now be shown with Fig. 3. In

the present comparative example, a reflection film 31 is an aluminum film having a film thickness of 130 nm. A display device has the same constitution as the above embodiment except that an aperture is not provided in the reflection film 31. Although light irradiation is performed with the 3-wavelength fluorescent lamp disposed on the back of the glass substrate 30 in a dark room, the display contents can't be read. The light reflectance as the liquid crystal display device having the reflection film 31 of the present comparative example is about 15%, and although the aperture is not formed, any difference from the reflection film 11 of the embodiment is not found.

[0040]

Although the above shows an example of semi-transmission liquid crystal display device using TFT (thin film transistor), when the invention is adopted in a liquid crystal display device using a simple matrix system (system of driving by a transparent electrode of X-Y direction stripe pattern), the aperture ratio for TFT wiring can be taken so that a larger aperture ratio can be obtained to provide a liquid crystal display device having low production cost.

[0041]

In the configuration of the reflection film used in the invention, a transparent electrode is disposed indirectly through an overcoat layer on a silver based film. In this

configuration, probably the silver based thin film and the transparent electrode are electrically short-circuited through a micro defective part of the overcoat layer. The invention, however, has the merit that the concentration of cerium oxide in the mixed oxide thin film formed on the silver based thin film is heightened and the conductivity of the mixed oxide thin film is lowered to thereby overcome the disadvantage.

[0042]

[Advantage of the Invention]

According to the invention, it is possible to provide the semi-transmission liquid crystal display device, which may be used where an operating place is light or dark, that is, used in a light room, outdoors, in a dark room, indoors and at night.

[0043]

Further, according to the invention, the reflection film is disposed below the color filter, whereby the problem of color mixture described in the above (the problem that the invention is to solve) can be solved so as to make a bright display. Further, in forming the reflection film into a designated pattern, such as forming a desired aperture in the reflection film, the alloy composition of the silver based thin film and the composition of the metal oxide thin film are selected, whereby pattern formation can be performed with good accuracy

by one time etching so as to contribute to improvement of productivity. Accordingly, the invention is excellent in practical use.

[0044]

[Brief Description of the Drawings]

Fig. 1 is a sectional view showing one embodiment of a semi-transmission liquid crystal display device according to the invention;

Fig. 2 is an enlarged view showing the principal part of one embodiment of a semi-transmission liquid crystal display device according to the invention; and

Fig. 3 is a sectional view showing an example of the conventional liquid crystal display device.

[Description of the Reference Numerals and Signs]

1, 2: liquid crystal display device

9: aperture

10, 30: substrate

11, 31: reflection film

12, 32: color filter

13: scattering film

33: overcoat layer

14, 16, 34, 36: transparent electrode

15, 35: TFT

18, 38: AG film

19, 39: liquid crystal

23: adhesive layer

24: silver based thin film

25: oxide thin film